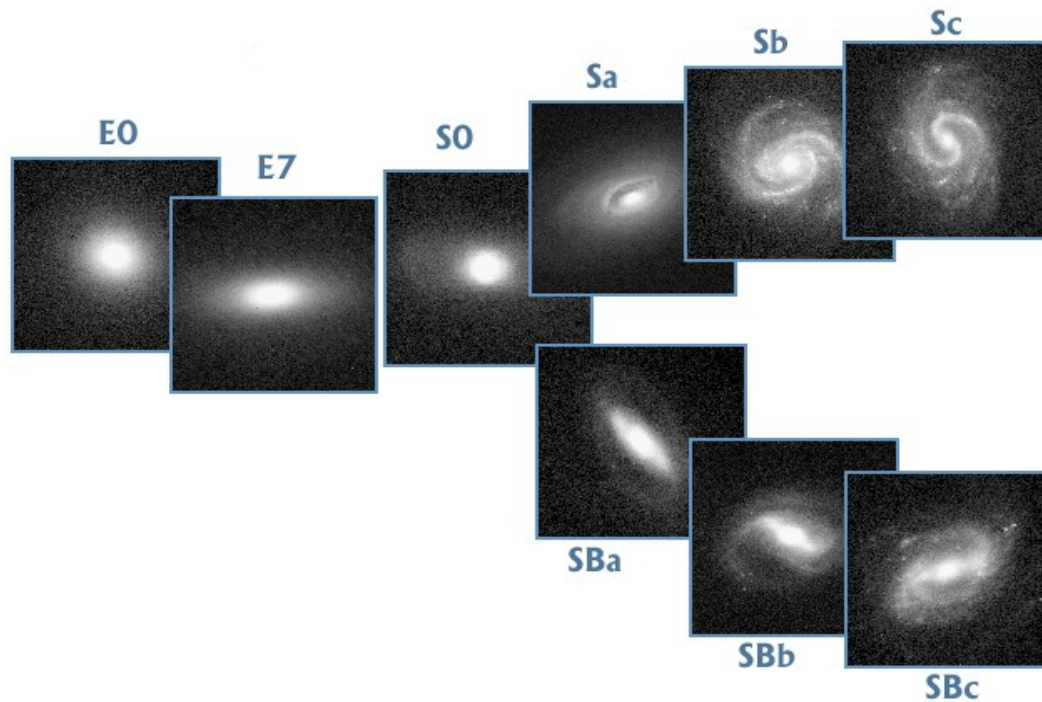


# 4. Propriedades das galáxias ao longo da sequência de Hubble (SH)



# Frequência de tipos

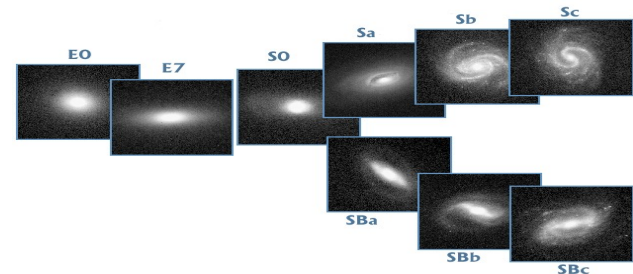
Catálogo RSA

- A frequência de tipos depende fortemente de como as galáxias são selecionadas (amostras completas em volume ou em magnitude, banda fotométrica, etc)
- Galáxias anãs são muito mais numerosas que as mais brilhantes

	Ordinary	Barred	
E+E/S0	173	...	...
S0+S0/a	142	SB0+SB0/SBa	48
Sa+Sab	123	SBa+SBab	42
Sb+Sbc	187	SBb+SBbc	96
Sc	293	SBc	77
Scd+Sd	26	SBcd+SBd	8
Sm+Im	13	SBm+IBm	9
S	16	...	...
Special	18	...	...
Totals	991	...	285

# Razão B/D: diminui ao longo da SH

- E: só bojo (ou melhor,  $D \ll B$ )
- Im: só disco ( $D \gg B$ )
- S: D/B aumenta das Sa para as Sc
- Sb:  $D/B \sim 2.2$
- Sc:  $D/B \sim 6.7$
- Sd:  $D/B \sim 100$



- A contribuição da componente esferoidal para a luz da galáxia diminui e a do disco aumenta das E para as Im

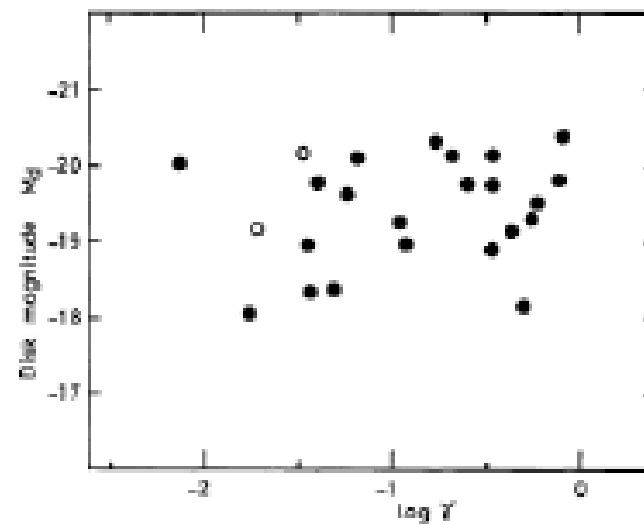
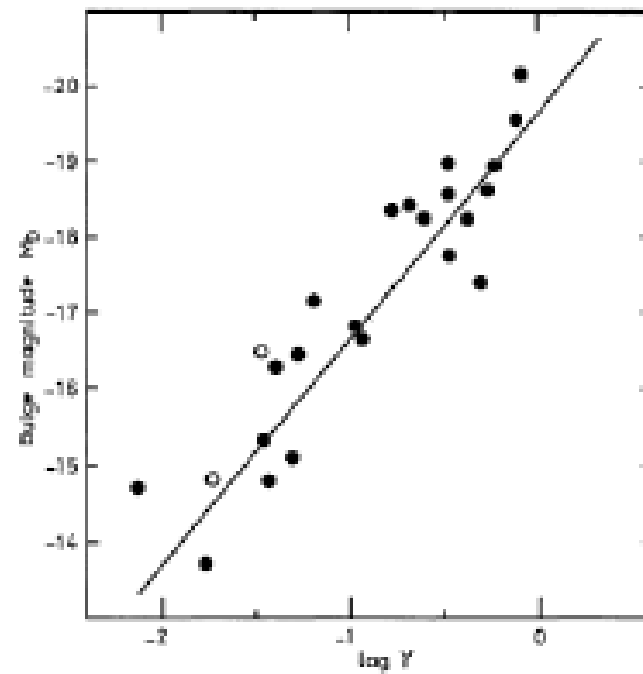
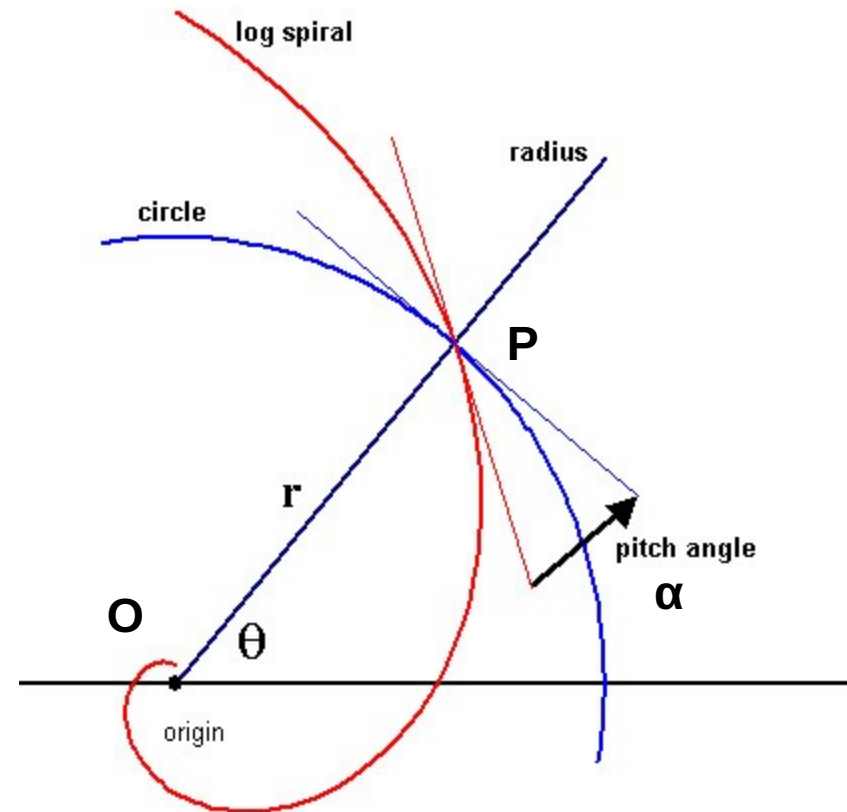


Figure 3: Topo: magnitude absoluta do bojo versus a fração de luminosidade do bojo,  $\gamma = B/T$ .  
 Embaixo: magnitude absoluta do disco versus  $\gamma$  (Yoshizawa & Wakamatsu 1975).

# Ângulo de abertura dos braços (*pitch angle*)

- Desenha-se um círculo centrado no centro da galáxia (O) e que passa por P
- A abertura (*pitch angle*) é o ângulo entre a tangente ao círculo e a tangente ao braço em P
- Valores típicos:
  - Sa:  $\alpha \sim 7^\circ$
  - Sb:  $\alpha \sim 13^\circ$
  - Sc:  $\alpha \sim 17^\circ$

em geral  $\alpha$  é o mesmo para todos os braços e constante com o raio





NGC 4622



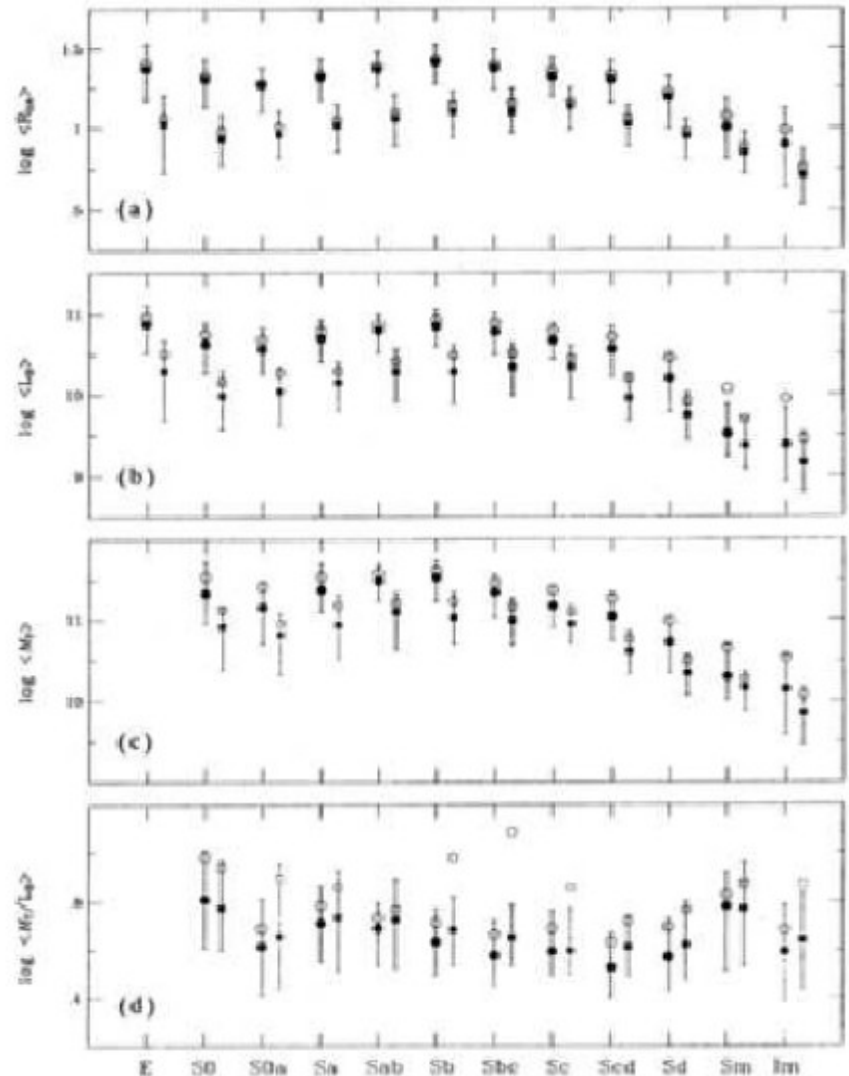
M81



NGC 3310

# Propriedades ao longo da Sequência de Hubble

- As propriedades das galáxias variam monotonicamente ao longo da sequência, mas com grande variância
- referência: Roberts & Haynes (ARAA, 1994)



# Propriedades ao longo da Sequência de Hubble

- Valores típicos de algumas quantidades: raio, luminosidade na banda B  $L_B$ , massa estelar total  $M_T$ ,  $M_T/L_B$ , razão entre a massa de gás  $M_{HI}$  e  $L_B$ , razão entre a massa de gás e a de estrelas, cor (B-V)

tipo	$R_{lin}$ (kpc)	$L_B$ ( $10^9 L_\odot$ )	$M_T$ ( $10^{10} M_\odot$ )	$M_T/L_B$ ( $M_\odot/L_\odot$ )	$M_{HI}/L_B$ ( $M_\odot/L_\odot$ )	$M_{HI}/M_T$	(B-V)
E	21	50			0.04		0.9
Sa	20	40	20	5	0.15	0.03	0.7
Sb	25	60	30	4	0.20	0.05	0.6
Sc	20	50	20	3.5	0.30	0.10	0.5
Sm	8	5	2	4	0.60	0.15	0.4



# A taxa de formação estelar cresce ao longo da sequência de Hubble

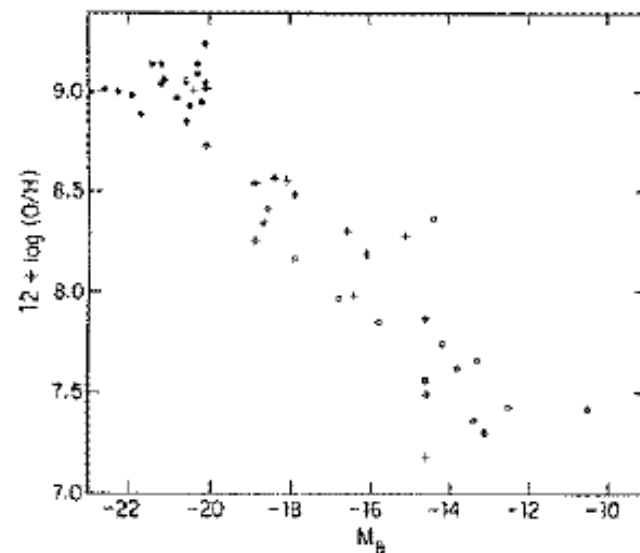
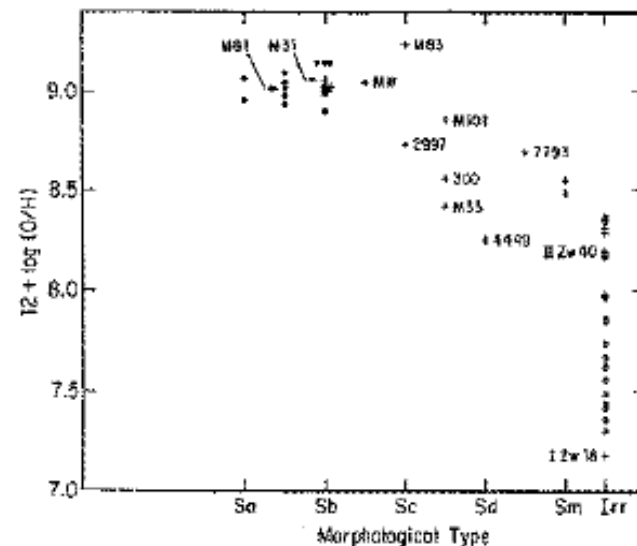
- A formação estelar ocorre nos discos
- A fração de gás cresce ao longo da SH
- As galáxias ficam mais azuis ao longo da SH
- Estrelas jovens e massivas são azuis, enquanto que as mais velhas (e menos massivas) são mais vermelhas

Essas correlações mostram que a fração de estrelas jovens cresce ao longo da SH

# Composição química ao longo da SH

- A abundância de metais (na figura o oxigênio) decresce ao longo da SH
- Mas a relação com a luminosidade (ou massa) é mais forte:

galáxias mais luminosas são mais abundantes em metais que as mais fracas (relação luminosidade – metalicidade)



# Morfologia e ambiente

- A morfologia das galáxias depende do ambiente-segregação morfológica
- “campo” – região com uma densidade média de galáxias: ~70% das galáxias brilhantes são S
- aglomerados – alta densidade de galáxias: só ~15% são S



# Morfologia no universo local

- Dentre as galáxias conhecidas até 25 Mpc:
  - 5% em aglomerados ricos
  - 94% em pares e grupos
  - 1% “isoladas”
- Mais comuns: dE, dl

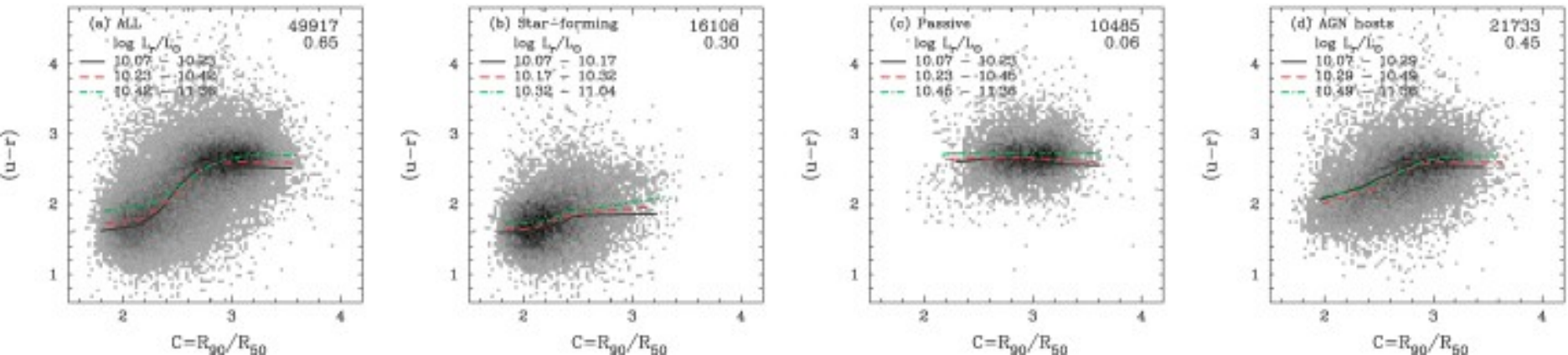
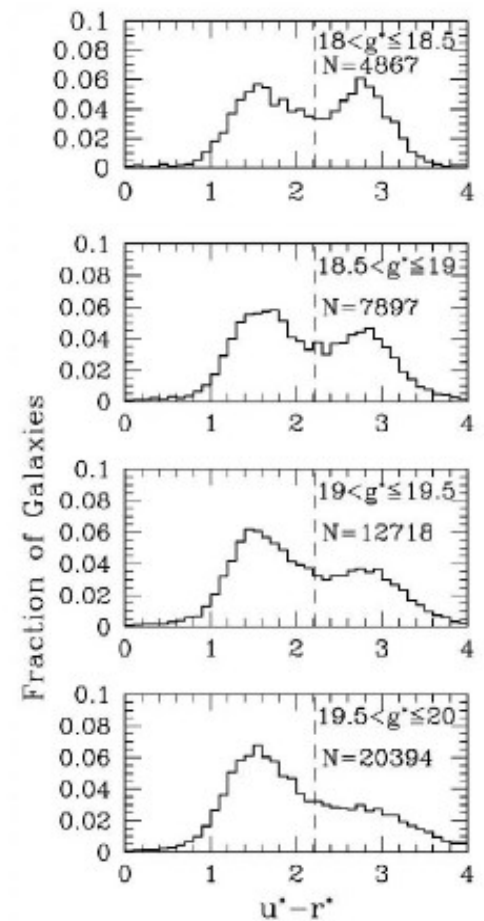
# A bimodalidade na população de galáxias

- Hubble: galáxias *early-type* e *late-type*
- *Early-type*: dominadas pela componente esferoidal
- *Late-type*: dominadas pela componente disco
- Na verdade, diversas propriedades das galáxias apresentam uma distribuição bimodal: cores, índices espectrais
- *Mais do que formar uma sequência, as galáxias se distribuem em dois grandes grupos*

# A Bimodalidade da População de Galáxias

Distribuição de cores no SDSS: galáxias mais vermelhas que  $(u-r)=2.22$  são geralmente esferóides, enquanto que as mais azuis são dominadas pelo disco

Relação entre a cor  $(u-r)$  e a concentração de luz  $C$ : medida como a razão entre os raios que contêm 90% e 50% da luz da galáxia



# Exercícios

1. Procure no Level 5 (<http://nedwww.ipac.caltech.edu/level5/index.html>) o artigo de Roberts & Haynes (1994) e discuta como a cor (B-V) varia ao longo da SH. O que isso quer dizer?
2. Como varia a densidade superficial de estrelas ao longo da SH?
3. A escala de tempo de consumo de gás de uma galáxia é definida como sendo proporcional à razão entre a massa de HI e a luminosidade ótica. Porquê? Comente como essa escala de tempo varia ao longo da SH
4. Porque a maioria das galáxias em aglomerados é *early-type*?
5. O que é a bimodalidade das populações de galáxias?